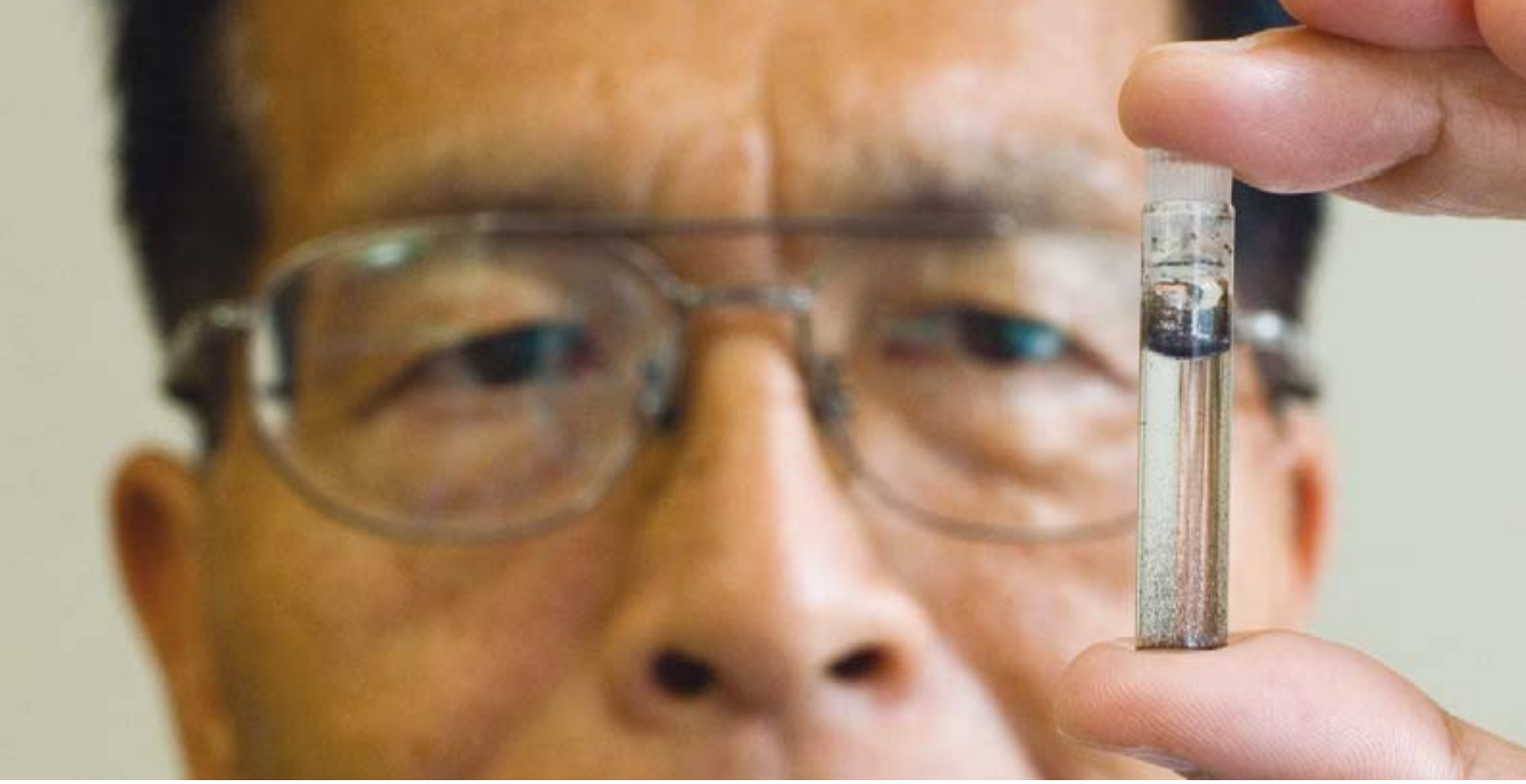


# MICROCHIPS contra

## CONCEPTOS BASICOS

- La aplicación de etiquetas de identificación por radiofrecuencia, una alternativa electrónica a los códigos de barras, se está generalizando. Con ellas se marcan los palés que distribuyen mercancías y los libros de las bibliotecas; resultan insuperables en los sistemas de pago automático en los peajes.
- Hitachi, que ya produce un chip diminuto para esas etiquetas, ha anunciado el prototipo de un chip casi invisible.
- La compañía se propone incorporar el nuevo chip en documentos justificativos de valor (cheques regalo, marbetes y títulos) y así obviar las falsificaciones.

La Expo 2005, la feria internacional celebrada en Aichi, recibió más de 22 millones de visitantes. Ni uno de ellos entró con un boleto falso. Las entradas eran casi imposibles de falsificar porque cada una contenía un diminuto microcircuito, o chip, de IDRF (identificación por radiofrecuencia) —de sólo 0,4 milímetros de lado por 0,06 milímetros de espesor— que transmitía por radiofrecuencia un número identificador a un escáner instalado en los accesos.

Hitachi, el fabricante de aquel chip, se propone ahora obtener un dispositivo todavía menor. En 2007 fabricó un chip de sólo 0,05 milímetros de lado y 0,005 milímetros de espesor. Casi invisible, ese prototipo incorpora las mismas funciones que el de los boletos de la Expo, pero su superficie es sesenta veces menor. Su tamaño, que permite incrustarlo en una hoja de papel, anuncia una era en que los objetos podrán ser discretamente etiquetados y leídos por un escáner con el que no será necesario establecer contacto físico.

En Tokio, el diseñador del chip, Mitsuo Usami, del Laboratorio Central de Investigación de Hitachi, sostiene una pequeña ampolla de líquido. Señala un remolino de partículas y sonríe. Las partículas relucen como polvo de estrellas a la luz del atardecer. “He aquí el chip de esta clase más pequeño del mundo”, afirma.

### El encanto de lo pequeño

Antes incluso de semejante achicamiento, las etiquetas de IDRF (tarjetas inteligentes) se tenían por algo revolucionario en los canales de producción y distribución. Más caras que los códigos de barras, ofrecen también mayor eficiencia; la lectura de una tarjeta inteligente de calidad no requiere el escaneo manual, ni una orientación determinada. En los últimos años, los principales minoristas (Wal-Mart, entre otros) las han introducido para recortar gastos en inventario y mano de obra. Otras aplicaciones en auge incluyen el cobro electrónico de peajes, abonos a los transportes públicos y pases. Hay quienes se las han implantado en las manos para facilitarse el acceso al domicilio y a los ordenadores.

Pero la meta principal de Hitachi consiste en aplicar este nuevo chip a las técnicas contra la falsificación. Podría incrustarse en títulos, cheques regalo, papel moneda y otros documentos justificativos de alto valor. Cuanto menor sea el chip, más fácil será disimularlo. A medida que se van abaratando los equipos de técnica depurada, se hace más fácil falsificar lo que está hecho de papel. Aun cuando el dinero electrónico se usa cada vez más, los billetes de banco siguen resultando muy cómodos.

Como otros chips de IDRF “pasivos”, el que se utilizó en la Expo de Aichi (el “mu-

TIM HORNYAK

1. MITSUO USAMI muestra una ampolla que contiene, por millares, minúsculos chips que ha inventado (*motas negras*) para utilizar en las etiquetas de identificación por radiofrecuencia.

Las tarjetas de identificación por radiofrecuencia se aplican a la rotulación de toda clase de artículos. En versión miniaturizada, servirían también para impedir la falsificación

**Tim Hornyak**

# la FALSIFICACION

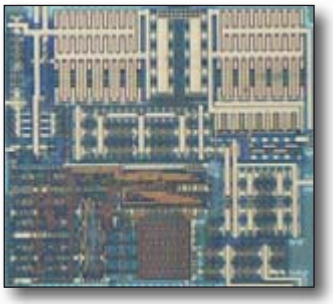
chip", $\mu$-chip) es de funcionamiento sencillo; no requiere pilas ni alimentación de corriente. Cuando se incrusta en un artículo junto con una antena (una pequeña tira de filamento metálico), al recibir desde un escáner microondas de 2,45 gigahertz, responde devolviendo un número identificador de 128 bits guardado en su memoria de sólo lectura (ROM, de "Read Only Memory"). El escáner contrasta el número con una base de datos —ubicada en cualquier lugar del mundo— para autenticar de inmediato el artículo que contiene el chip.

Dado que la arquitectura de 128 bits posibilita un número casi infinito de combinaciones de dígitos ($10^{38}$), el $\mu$-chip puede emplearse para identificar "billones de billones" de objetos. Por sí mismo, cada número identificador carece de significado, pero cotejado con la entrada en una base de datos recupera toda la información que el usuario haya asignado al chip. El chip en desarrollo de menor tamaño se presenta en forma de polvo. Se denomina LSI "en polvo" ("Powder LSI", de "Large Scale Integrated", integrado a gran escala); almacena un identificador de 128 bits.

El $\mu$-chip y la versión en polvo surgieron a partir de una idea que Usami, experto en diseño de circuitos, esbozó tras contemplar un anuncio de los teléfonos celulares "i-mode" que el gigante japonés de las telecomunicaciones NTT introdujo en 1999. Aquellos primeros aparatos permitían acceder a Internet a través del auricular del teléfono. Usami imaginó toda una red de chips y servidores de IDRF. Los chips se instalarían en pequeños dispositivos; estarían esencialmente vacíos, salvo por un número identificador exclusivo que se transmitiría a un servidor. Recibido un número válido, el servidor proporcionaría las distintas funciones que pudiera desear el usuario. El concepto guarda semejanza con la computación distribuida ("cloud computing") actual, en la que unas aplicaciones no se hallan almacenadas en un solo ordenador, sino que residen en otros lugares y se accede a ellas a través de Internet.

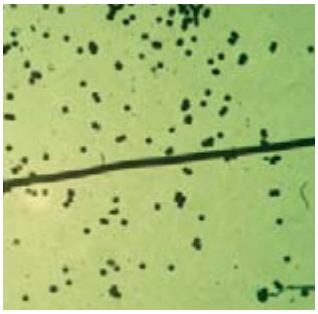
Usami dirigió entonces su atención a la creación de un chip de IDRF tan pequeño, que pudiera incorporarse a cualquier objeto. Su comercialización requería un prototipo barato, sencillo y seguro. A él no le faltaban conocimientos sobre el desarrollo de microchips; a principios de los noventa había diseñado una tarjeta de teléfono ultrafina que en lugar de la banda magnética, llevaba un microchip insertado, que brindaba la seguridad por encriptado. El chip incrustado medía 4 milímetros de lado y 0,25 de espesor.

Pero Usami buscaba algo menor todavía. De entrada necesitaba determinar las funciones



2. SUPERFICIE DE UN CHIP en polvo aumentada unas 800 veces.

CORTESIA DEL LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACION DE HITACHI, LTD.



**3. EL TAMAÑO liliputiense de los chips en polvo se evidencia en esta micrografía, que muestra un cabello de una mujer japonesa rodeado de trocitos de silicio del tamaño de esos chips.**

mínimas que debería ejecutar el microchip. Recabó la ayuda de su colega Kazuo Takaragi, especialista en seguridad informática, del Laboratorio de Desarrollo de Sistemas de Hitachi. Tras analizar el problema exhaustivamente, Usami decidió que un número identificador de 128 bits bastaría para mantener un diseño sencillo y conseguir a la vez una cifra elevada de combinaciones de dígitos. Ese planteamiento garantizaría también la seguridad, pues la información guardada en la memoria de sólo lectura sería inalterable. Descartó todo lo prescindible: dejó sólo, aparte de la ROM, un circuito simplificado de radiofrecuencia (para interactuar con la antena), un circuito rectificador (para controlar la corriente) y un circuito de reloj (para sincronizar la actividad del chip y coordinarla con un escáner).

Irónicamente, la mayor dificultad que entrañó la obtención del chip minúsculo no fue técnica. Entonces, como ahora, el desarrollo de los microcircuitos tendía hacia el aumento de memoria y funcionalidad. Usami nadaba, pues, contracorriente. Su diseño rebajado chocó con la firme oposición del departamento comercial de Hitachi, interesado en la obtención de un chip de reescritura. Sin el apoyo financiero del departamento, su idea nunca saltaría más allá de la mesa de dibujo.

Le salvó la fortuna en la persona de Shojiro Asai, director general del Grupo de I+D de Hitachi, quien se percató de las posibilidades del proyecto. Decidió financiar la producción del prototipo de lo que se convertiría en el $\mu$-chip (designado así por la letra griega $\mu$ con que se representa la micra, o milésima de milímetro). Pero con una condición: Usami debía recuperar todos los costes. La estratagema consistió en ofrecer el chip como medida contra falsificaciones. El éxito en la Expo de Auchi convenció a Hitachi para que dejara a Usami proseguir en su empeño miniaturizador.

## Chips en polvo

Los chips en polvo constan de los mismos componentes que el $\mu$-chip, pero se acomodan en un espacio más restringido. La clave para la miniaturización extra fue el empleo de la técnica de 90 nanómetros de silicio sobre aislante (SOI, de "Silicon-On-Insulator"). Se trata de un método avanzado de fabricación de microcircuitos iniciado por IBM y que ahora siguen otros. Los procesadores obtenidos mediante SOI ofrecen mejores prestaciones y consumen menos que los obtenidos por los métodos de fabricación al uso; ello se debe al aislamiento de los transistores. El aislante reduce la absorción de energía eléctrica en el medio circundante —en beneficio de la intensidad de la señal— y a la vez mantiene separados los transistores. Esa separación evita las interferencias entre los transistores y permite que éstos se dispongan más cerca unos de otros, lo que posibilita la reducción del tamaño del chip.

De gran ayuda fue también la litografía por haz de electrones. Con ella se traza un dibujo de cableado que representa el número identificador de cada chip, en un área compacta, mediante la acción de un haz electrónico concentrado. Esta técnica traza los circuitos con mayor lentitud que la fotolitografía, pues genera los dibujos en serie y no en paralelo. Pero Hitachi desarrolló un método de obtención de chips en polvo 60 veces más rápido que el de fabricación del $\mu$-chip.

Las tarjetas de IDRF y los $\mu$-chip constan de chips y antenas externas. Para ciertas aplicaciones, los $\mu$-chip y los pulverulentos necesitarán una antena interna, incrustada. Se acorta así la distancia a la que debe situarse el escáner. La distancia máxima de escaneo de los $\mu$-chip comerciales de Hitachi es de 30 centímetros, la misma que la del prototipo en polvo, aunque corta, aceptable para la mayoría de las aplicaciones relacionadas con efectivo o valores.

La compañía está investigando con la mente puesta en el aumento del alcance de las antenas, externas e internas. La aplicación determinará el alcance requerido: el efectivo y los valores necesitarían sólo algunos milímetros o un centímetro; la clasificación de paquetes, alrededor de un metro. Asimismo, la firma está desarro-

### APLICACIONES DE LOS CHIPS EN POLVO

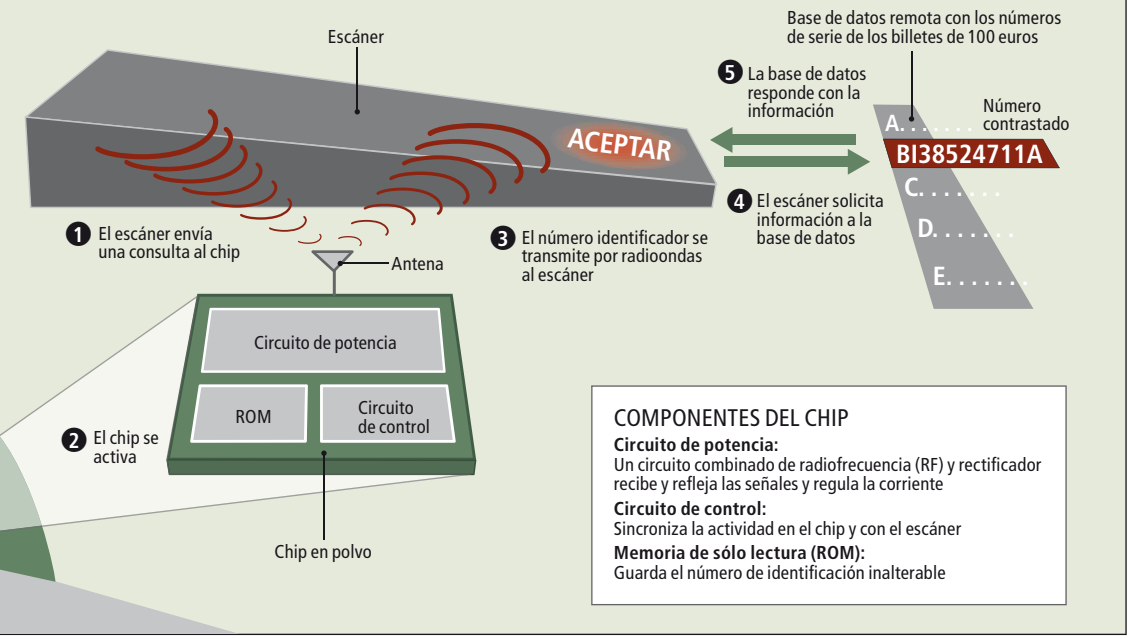
El chip en polvo de IDRF de Hitachi podría embeberse en papel moneda, títulos, marbetes y similares para cortar el paso a las falsificaciones. Imagínese una

CORTESIA DEL LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACION DE HITACHI, LTD. (*chips en polvo*)

## El autor

**Tim Hornyak** es autor de *Loving the Machine: The Art and Science of Japanese Robots* (Kodansha International, 2006).

empleada que desea verificar un billete de 100 euros. Lo pasaría por un escáner. Este detectaría el número identificador guardado en el chip (*1-3*) y lo enviaría a una base de datos con los números de los billetes (*4*), que indicaría si corresponde a dinero legítimo (*5*).




llando una técnica "anticolisión" que permitiría la lectura simultánea de múltiples chips, lo cual facilitaría el escaneo de los artículos que se agrupan en la estantería de un almacén o se amontonan en la cesta de la compra.

## ¿Un hermano pequeño?

Dotar de chips de IDRF al dinero constituiría una aplicación lógica de estos microcircuitos. Pero podría provocar suspicacias de invasión de la privacidad; el uso de la técnica de IDRF evoca el fantasma de alguien sin escrúpulos escudriñando desde lejos nuestro billetero. Con unas etiquetas para escáner de corto alcance, como los lectores de los cajeros automáticos, se limitarían dichas intrusiones. Además, el delincuente necesitaría acceder al servidor y base de datos adecuados para que la información tuviera algún valor.

El tamaño infinitesimal de los chips LSI en polvo evoca escenas de fantasía científica. ¿Podría la policía rociar de polvo una multitud de alborotadores y rastrearlos luego a través de escáneres de seguridad distribuidos por carreteras y transportes públicos? Hitachi asegura que resulta inviable desplegar los chips por rociado; para funcionar, deben estar unidos a antenas. Numeroso grupos cívicos han desarrollado pautas para proteger la privacidad frente a la IDRF. Una de las principales normas para esa técnica es no usarla de forma subrepticia.

El periódico londinense *The Guardian* ha destapado, sin embargo, un caso polémico sobre la cadena de supermercados Tesco, que ensayó la venta de cuchillas de afeitar empaquetadas con unas etiquetas IDRF que activaban una cámara oculta en caso de intento de robo. Aunque los defensores de la privacidad reconozcan las ventajas de la IDRF para el transporte y venta de mercancías, consideran que debe eliminarse o anular la etiqueta "antirrobo" una vez adquirido el artículo.

Usami opina que las ventajas potenciales de la IDRF superan los riesgos. Por botón de muestra: etiquetas de IDRF incrustadas en las baldosas de las aceras y los pasos de peatones facilitarían la operación de los sistemas de navegación de las silla de ruedas (una aplicación de sumo interés en sociedades envejecidas como la japonesa). Cuando se reduzca el uso del papel, los chips de IDRF vendrán muy bien en situaciones en que el tamaño, el acceso y la complejidad constituyan factores limitantes.

Hitachi imagina para el futuro emplear los chips en polvo para reducir el tiempo de instalación y verificación de sistemas complejos de cableado en empresas, fábricas y otras instalaciones. Cables y terminales estarían dotados de chips que los operarios comprobarían rápidamente con una base de datos y los esquemas correspondientes, en vez de confiar en interminables inspecciones visuales.

Con todo, no les falta razón a quienes les preocupa que los microcircuitos sean cada vez más difíciles de localizar. La tendencia a la miniaturización continuará.

## TAMAÑOS RELATIVOS

**Un chip estándar de una etiqueta de IDRF "pasiva" (sin pilas) para libros de biblioteca podría medir de uno a dos milímetros de lado (como la sección transversal de un lápiz del número 2 no afilado). El *μ*-chip de Hitachi tiene una superficie inferior a un cuarto de ésa; el chip en polvo es del orden de 64 veces menor que el *μ*-chip.**

Ampliación

**Chip identificador de libros**
Tamaño real:
1 mm × 1 mm × 0,18 mm

***μ*-Chip**
Tamaño real:
0,4 mm × 0,4 mm × 0,06 mm

**Chip en polvo**
Tamaño real:
0,05 mm × 0,05 mm × 0,005 mm

**Para facilitar la visibilidad, se ha decuplicado el tamaño de las figuras.**

## Bibliografía complementaria

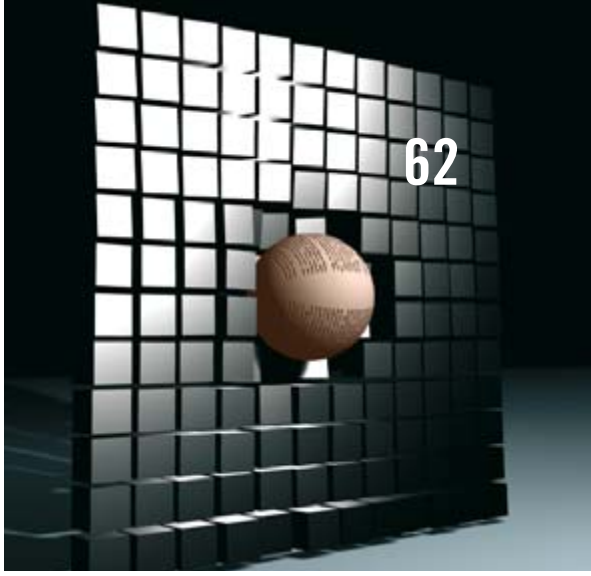

SISTEMAS DE IDENTIFICACION POR RADIOFRECUENCIA. Roy Want en *Investigación y Ciencia*, n.º 330, págs. 40-49, marzo 2004.

HITACHI ACHIEVES 0,05-MM SQUARE SUPER MICRO RFID TAG, "FURTHER SIZE REDUCTIONS IN MIND". Disponible en http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20070220/127959/

RFID Journal: www.rfidjournal.com


MELISSA THOMAS

La formación de los sistemas planetarios no es un proceso determinista.




Hacia las causas por la vía de las estadísticas poblacionales.

Pocos cigarrillos bastan para que un adolescente se enganche a la nicotina.

MEDICINA

## 72 Adicción al tabaco

*Joseph R. DiFranza*

Nuevos hallazgos revelan que la nicotina crea adicción desde muy pronto. Los primeros cigarrillos provocan una alteración cerebral que estimula el deseo compulsivo de fumar.

POLITICA NUCLEAR

## 78 El reciclado nuclear

*Frank N. von Hippel*

En EE.UU. están en marcha planes para reutilizar el combustible agotado de los reactores, pero sus ventajas son nimias comparadas con los peligros.

SEGURIDAD

## 84 Microchips contra la falsificación

*Tim Hornyak*

Las tarjetas de identificación por radiofrecuencia se aplican a la rotulación de toda clase de artículos. En versión miniaturizada, servirían también para impedir la falsificación.

## SECCIONES


**3 CARTAS AL DIRECTOR**

**4 HACE...**

50, 100 y 150 años.

**5 PUESTA AL DIA**

**6 APUNTES**

**8 CIENCIA Y SOCIEDAD**

Transistores moleculares...
Cuando falla el riñón...
El plegamiento de las proteínas.

**42 DE CERCA**

Piratas del aire,
por *Josep-Maria Gili* y *Anna Gili*

**44 PERFILES**

Saul Perlmutter: fuerzas oscuras,
por *David Appell*

**46 DESARROLLO SOSTENIBLE**

La revolución verde africana,
por *Jeffrey D. Sachs*

**47 CIENCIA Y GASTRONOMIA**

El gazpacho,
por *Pere Castells*

**88 CURIOSIDADES DE LA FISICA**

El arco, maravilla técnica,
por *J. M. Courty y E. Kierlik*

**90 JUEGOS MATEMATICOS**

Piensa un número,
por *Juan M.R. Parrondo*

**92 IDEAS APLICADAS**

Azoteas verdes,
por *Mark Fischetti*

**94 LIBROS**

Realismo científico.
Física del universo